

УДК 621.91

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ НА ПРИМЕРЕ СЕКТОРА АНТЕННЫ

Гумбатов Р.А.

научный руководитель канд. техн. наук Пикалов Я.Ю.

Сибирский федеральный университет

Основной проблемой в создании технологических процессов (ТП) является выбор оптимального варианта. В качестве основного критерия при технологическом проектировании, как правило, выступает себестоимость изготовления детали.

При разработке ТП количество допустимых вариантов может быть очень большим (сотни и тысячи), поэтому задача оптимизации ТП является весьма трудоемкой и сложной. Технолог физически не может спроектировать такое количество вариантов. Поэтому технологическое проектирование носит субъективный характер и качество разработанного ТП зависит от опыта и квалификации технолога, что в свою очередь влияет на прибыль предприятия.

Таким образом, разработка оптимальных ТП является актуальной проблемой для любого производства.

Оптимизации ТП может быть структурной и параметрической. Оптимизация на уровне маршрута и операции является структурной, так как связана в основном с выбором структуры процесса или операции, в тоже время оптимизация на уровне перехода является параметрической, так как достигается путем варьирования параметрами перехода.

В качестве объекта исследования для проектирования оптимального ТП был выбран сектор разборной параболической антенны, выпускаемой ФГУП НПП «Радиосвязь» (рисунок 1).

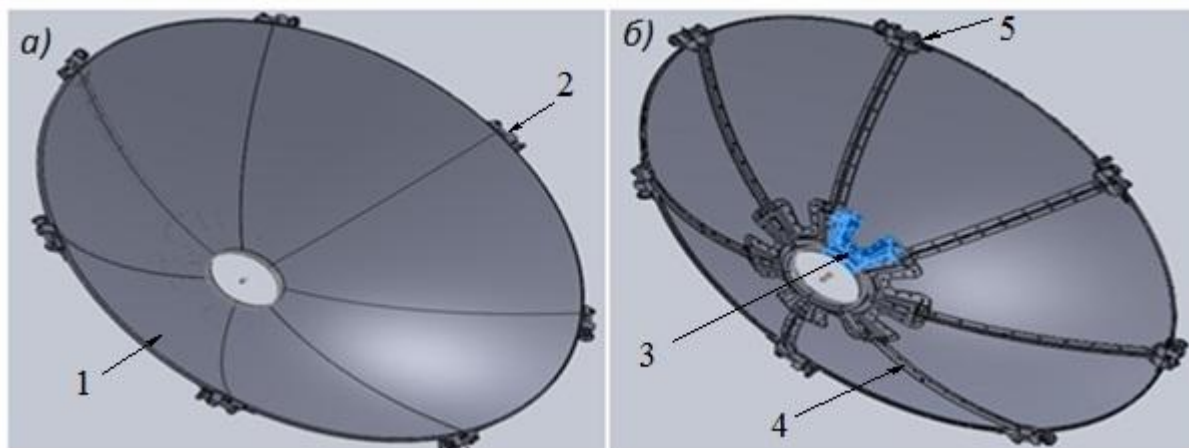


Рисунок 1 – Антенна а) вид спереди б) вид сзади

Диаметр тарелки составляет 693 мм. Антенна состоит из нескольких основных деталей: рефлекторы 1, кронштейны 2, сектора 3, ребра 4 и прокладки 5. Для анализа была выбрана наиболее сложная деталь – сектор (рисунок 2), которая имеет параболическую поверхность и высокие требования к точности размеров.

Семь секторов в собранной антенне образуют основание, с помощью которого антенна закрепляется на несущей конструкции. К основанию крепятся ребра жесткости и зеркала.

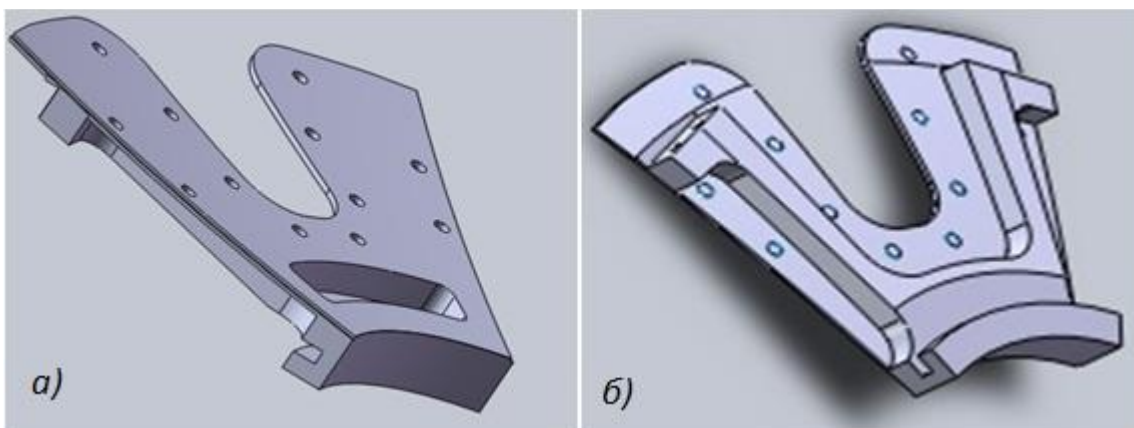


Рисунок 2 – Сектор а) вид спереди б) вид сзади

Основной целью является разработка оптимальных технологических процессов в условиях автоматизированного производства завода «Радиосвязь».

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- разработка нескольких вариантов ТП механической обработки сектора антенны;
- предварительный отбор наиболее жизненных вариантов;
- структурная и параметрическая оптимизация оставшихся вариантов ТП;
- окончательный выбор ТП по критериям минимальной себестоимости.

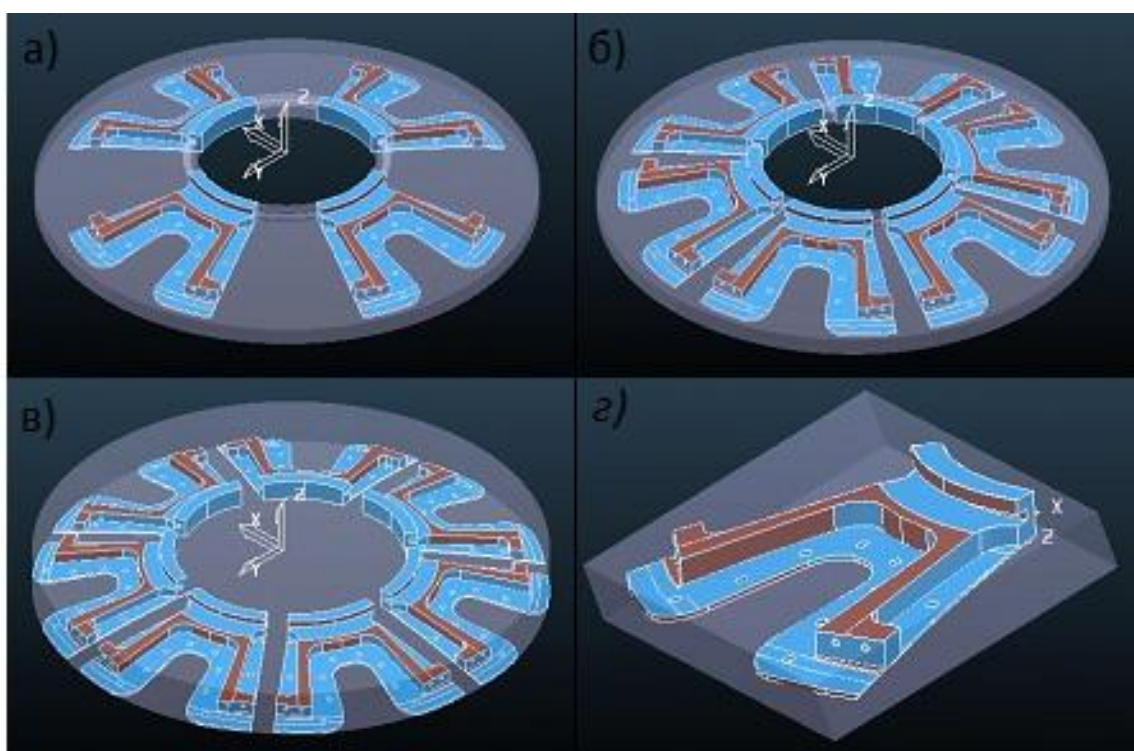


Рисунок 3 – Варианты исходной заготовки

а) для 4-х деталей б) для 6 деталей в) для 7 деталей г) шпунтовая заготовка

На рисунке 3 представлены совмещенные модели заготовки и деталей. Вариант на рисунке 3, а, является базовым. В этом варианте из дисковой заготовки после токарной обработки изготавливаются 4 детали на фрезерном станке. Достоинство этого варианта в легкости закрепления заготовки, недостатком является малый коэффициент использования материала.

Для проектируемых вариантов ТП, как и в предыдущем случае, используется дисковая заготовка (рисунке 1, б и в). Отличия заключаются в том, что из одной заготовки, в первом случае, получаются шесть деталей, а во втором – семь. Диаметр диска во втором случае увеличен, чтобы обеспечить необходимый промежуток между деталями для отделения их друг от друга с помощью концевой (далее «прорезной») фрезы. Недостатком ТП с заготовкой рисунка 3, б, является то, что не хватает еще одной детали для полного комплекта основания антенны. В варианте рисунка 3, в, возникает сложность в обеспечении точности формы внутренней параболической поверхности.

В последнем варианте рисунок 1, г, используется шпунная призматическая заготовка, для которой ТП полностью реализуется на фрезерном станке, что приводит к снижению эффективности обработки.

Для оптимизации параметров ТП были выбраны варианты с получением шести и семи деталей из одной дисковой заготовки.

Чтобы получить семь деталей из одной дисковой заготовки, с минимальной погрешностью формы параболической поверхности, профиль параболы корректировали следующим образом:

1. Смещали начальную точку параболы на величину $X_{см}$ (рисунок 4).

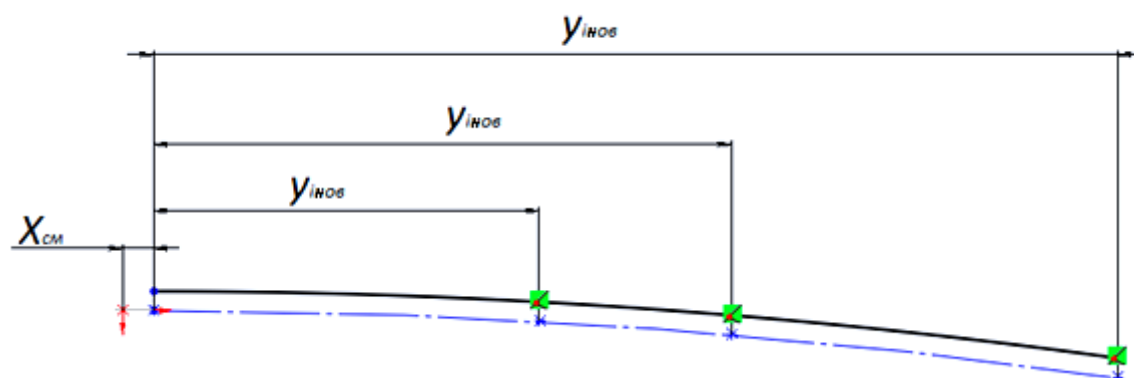


Рисунок 4 – Коррекция параболической поверхности

Расстояние для смещения центра параболы определяли по формуле:

$$X_{см} = \frac{r_{фр}}{\operatorname{tg} \alpha},$$

где $r_{фр}$ – радиус фрезы (рассматривались инструменты с $r_{фр}=2, 3$ и 4 мм); α – угол сегмента ($51,43^\circ$)

2. Координаты опорных точек параболы изменяли по следующей зависимости:

$$y_{иное} = \sqrt{r_{фр}^2 + y_i^2}$$

3. Положение детали относительно центра дисковой заготовки корректировалось на величину:

$$X'_{см} = \frac{r_{фр}}{\sin \alpha}$$

Для определения погрешности формы модель детали, полученной по скорректированному профилю, совмещали с базовым вариантом и рассматривали отклонения в 3-х наиболее опасных сечениях (рисунок 5 а).

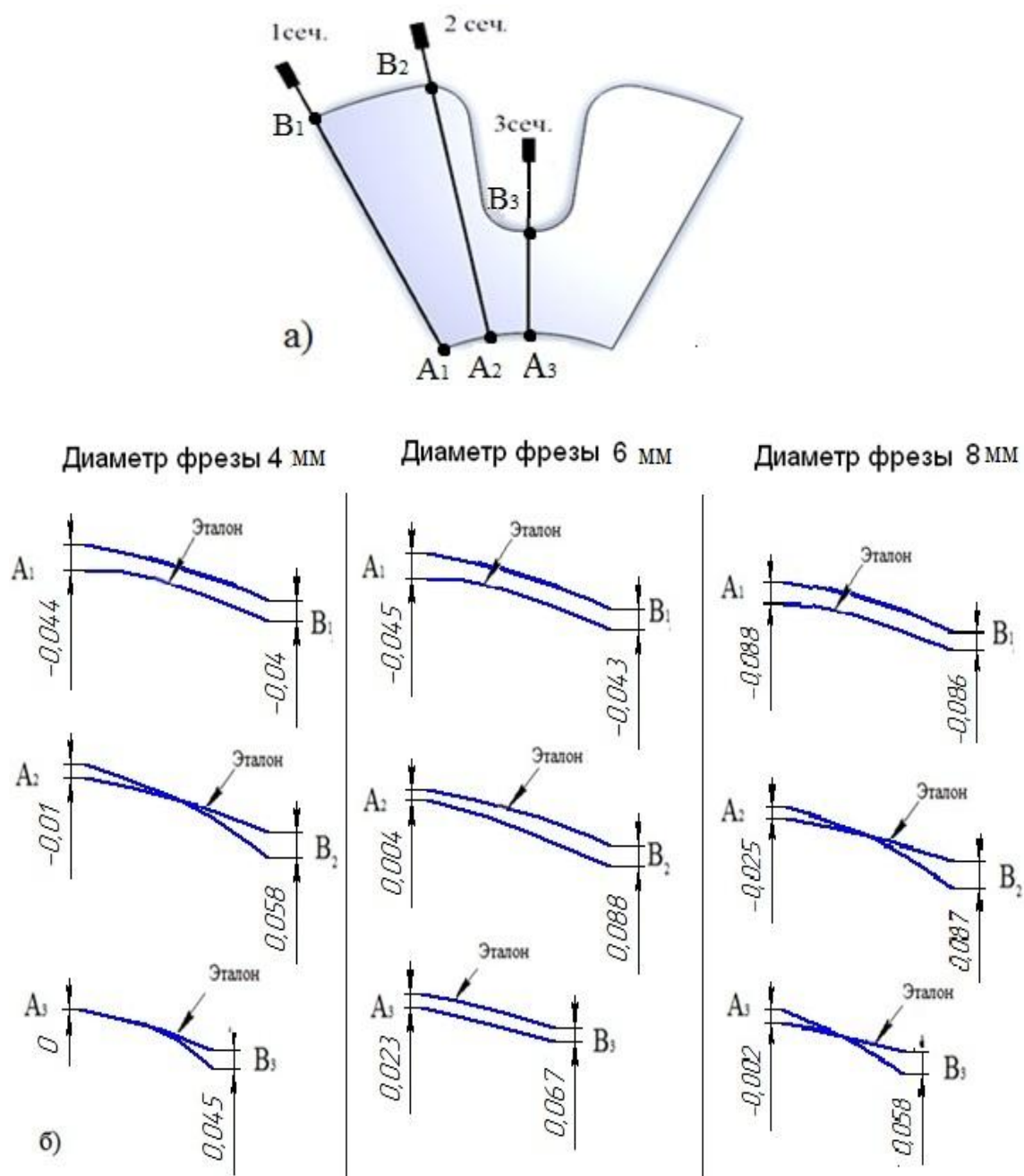


Рисунок 5 – Анализ погрешности формы исполнительной поверхности сектора
а) рассматриваемые сечения б) схематическое изображение погрешностей в 3-х сечениях для диаметра концевой фрезы 4, 6 и 8 мм.

Анализ результатов исследования показал:

1. Возможность реализации ТП с использованием дисковой заготовки для получения семи деталей.
2. Наименьшей погрешностью формы обладает вариант с «прорезной» фрезой (фрезой для отделения деталей в дисковой заготовке друг от друга) диаметром 4 мм. Тем не менее, необходимую точность способна обеспечить фреза с диаметров 8 мм.
3. Необходимость проведения дополнительных исследований с целью уточнения диаметра «прорезной» фрезы и окончательного выбора варианта технологического процесса (оптимизация по критерию минимальной себестоимости изготовления и оптимизация стратегии обработки изделия).